



PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11) Publication number: 2001085790 A

(43) Date of publication of application: 30.03.01

(51) Int. Cl

H01S 5/183

(21) Application number: 11262680

(71) Applicant: TOSHIBA CORP

(22) Date of filing: 16.09.99

(72) Inventor: KINOSHITA JUNICHI

(54) LIGHT EMITTING/AMPLIFYING DEVICE

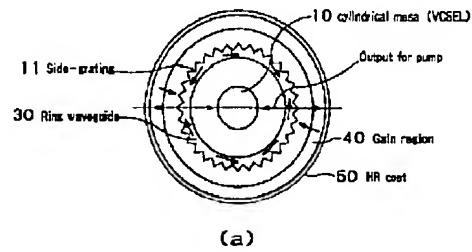
(57) Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To improve the efficiency of a light emitting/amplifying device, by so forming a ring waveguide as to surround a medium capable of a light emission/amplification caused by an optical excitation, and by providing in the formed waveguide a paleographic element for emitting toward the medium one portion of the light wave-guided by the ring waveguide.

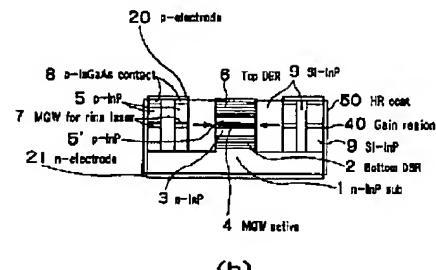
SOLUTION: At least single ring waveguide 30 is so formed as to surround on a predetermined plane a medium 10 capable of a light emission/amplification caused by at least an optical excitation. This ring waveguide 30 has a holographic element 11 for emitting toward the medium 10 one portion of the light wave-guided by the ring waveguide 30. Specifically, the holographic element 11 can be a secondary diffraction grating. According to this configuration, a very small light emitting/amplifying device capable of being subjected to an optical excitation can be excited efficiently. Especially, a current excitation is applied restrictively to the waveguide 30 of an excitation-oriented ring-laser having a comparably large volume, and no current is required to flow in the medium 10. Therefore, for this light emitting/amplifying

device, no trade-off of its electrode with its light derivation is required to be considered, and its manufacture is facilitated.

COPYRIGHT: (C)2001,JPO



(a)



(b)

(19)日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開2001-85790

(P2001-85790A)

(43)公開日 平成13年3月30日(2001.3.30)

(51)Int.Cl.⁷

H 0 1 S 5/183

識別記号

F I

H 0 1 S 5/183

デマコード(参考)

5 F 0 7 3

審査請求 未請求 請求項の数12 ○L (全 7 頁)

(21)出願番号 特願平11-262680

(22)出願日 平成11年9月16日(1999.9.16)

(71)出願人 000003078

株式会社東芝

神奈川県川崎市幸区堀川町72番地

(72)発明者 木下順一

神奈川県川崎市幸区小向東芝町1番地 株式会社東芝マイクロエレクトロニクスセンター

(74)代理人 100064285

弁理士 佐藤 一雄 (外3名)

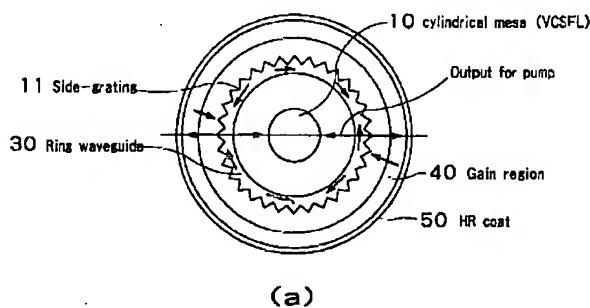
F ターム(参考) 5F073 AA65 AA66 AA74 AB19 AB20
CA12 CB02 DA21 EA11 EA29

(54)【発明の名称】 発光増幅素子

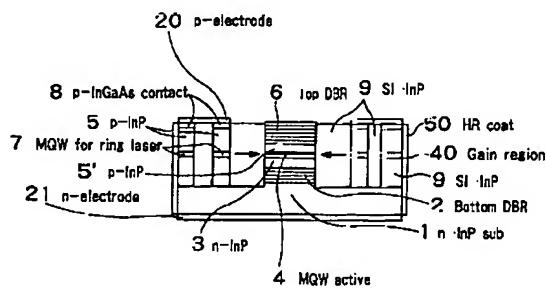
(57)【要約】

【課題】 効率が高く製作も容易な高性能の光励起型の面発光型の発光増幅素子を提供することを目的とする。

【解決手段】 光励起によって発光もしくは光増幅作用をもつ媒質を2次以上の回折格子(holographicな構造)を有するリング状のレーザ(リングレーザ)で囲う。この回折格子(holographicな構造)を通して、リングレーザの出力は放射モードとして取り出される。これを、中心付近に配置された媒質の励起光として利用する。放射モードの大きい縦モードのしきい値を安定化するために、このリングレーザの周囲にさらにゲイン媒質と反射構造を設けても良い。応用としてはVCSELの横からの光励起がある。



(a)



(b)

【特許請求の範囲】

【請求項1】少なくとも光励起によって発光もしくは増幅可能な媒質と、所定の平面上において前記媒質を囲むように形成された少なくとも一重の導波路と、を備え、

前記導波路は、前記導波路を導波される光の一部を前記媒質に向けて放出するためのホログラフィック要素を有することを特徴とする発光増幅素子。

【請求項2】前記ホログラフィック要素は、2次以上の回折格子であることを特徴とする請求項1記載の発光増幅素子。

【請求項3】前記媒質は、前記所定の平面に対して略平行な一対の反射鏡に囲まれていることを特徴とする請求項1または2に記載の発光増幅素子。

【請求項4】前記媒質と前記一対の反射鏡とは、VCSEL構造を形成していることを特徴とする請求項3記載の発光増幅素子。

【請求項5】前記所定の平面上において、前記媒質からみて前記導波路の外側に配置された、利得機構をさらに備えたことを特徴とする請求項1～4のいずれか1つに記載の発光増幅素子。

【請求項6】前記所定の平面上において、前記媒質からみて前記導波路の外側に配置された、位相調整機構をさらに備えたことを特徴とする請求項1～5のいずれか1つに記載の発光増幅素子。

【請求項7】前記所定の平面上において、前記媒質からみて前記導波路の外側に配置された、反射機構をさらに備えたことを特徴とする請求項1～6のいずれか1つに記載の発光増幅素子。

【請求項8】前記導波路は、電流を流すことにより利得が得られる活性層を含むことを特徴とする請求項1～7のいずれか1つに記載の発光増幅素子。

【請求項9】前記導波路は、レーザ発振するリングレーザであることを特徴とする請求項8記載の発光増幅素子。

【請求項10】前記媒質は蛍光体を含み、前記導波路は青色若しくは青色よりも短い波長帯において発振するリングレーザであることを特徴とする請求項9記載の発光増幅素子。

【請求項11】前記媒質と前記導波路との間に配置された、吸収率を制御できる第2の媒質をさらに備え、前記媒質に入射する励起光の強度を変調可能としたことを特徴とする請求項1～10のいずれか1つに記載の発光増幅素子。

【請求項12】前記媒質、前記導波路及び前記ホログラフィック要素がモノリシックに集積されていることを特徴とする請求項1～11のいずれか1つに記載の発光増幅素子。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、発光増幅素子に関する。さらに具体的には、本発明は、レーザ発振を含む発光もしくは光増幅作用をもつ媒質と、その媒質を取り囲み励起する励起構造とを有する面型の発光素子や面型アンプなどの発光増幅素子に関する。

【0002】

【従来の技術】従来の面型の発光素子及び光増幅素子は、活性媒質に直接、電流を流すことにより励起していた。例えば、p-n接合となるヘテロ接合に少数キャリア(carrier)を注入する構造が良く知られている。

【0003】図5は、従来の面型の発光素子の概略構成を表す概念図である。すなわち、同図(a)はその平面図であり、同図(b)は中央付近の断面図である。図5に表した素子は、InGaAsP/InP系材料からなるVCSEL(vertical cavity surface emitting laser)であり、その構成を製造工程に従って説明すると以下の如くである。

【0004】まず、n型InP基板1の上に、InAlAs層/InP層の1/4波長厚の多層構造高反射DBR(Distributed Bragg Reflector)2を成長する。次に、n型InPからなるクラッド層3と、活性層4を成長する。活性層4は、例えば、互いに組成の異なる2種類のInGaAsP層をそれぞれウエル層とバリア層として交互に積層させた歪MQW(multiple-quantum well)構造とすることができる。次に、p型InPからなるクラッド層5を成長し、続いてInAlAs層/InP層の1/4波長厚の多層構造高反射DBR6を成長する。

【0005】しかる後に、上側のDBR6をエッチング加工して円筒状のメサ10とする。この円筒状メサ10の横から、上側DBR6のうちのInAlAs層を選択酸化し、選択酸化層15に変成させる。この選択酸化層15は、活性層4に電流を狭窄するためのブロック層として機能する。また、選択酸化層15は、DBR6を構成しているInAlAs層やInP層よりも屈折率がかなり小さいので、上側DBR6の反射率を向上させることができるのである。

【0006】ところが、選択酸化膜20は絶縁体であるので、円筒状メサ10のすべてを選択酸化してしまうと、活性層4に電流が流れなくなってしまう。したがって、選択酸化の進行を、円筒状メサ10の側面から適当な距離で停止させなければならない。選択酸化層15の進行が不十分であると、電流狭窄領域の反射率が上がりず、発振の効率が悪い。一方、選択酸化の進行が過度であると、電流狭窄領域が狭くなりすぎ、素子抵抗が高くなる。そもそも、微小な活性領域に通電すること自体、電流密度が高く、温度が上昇しやすい点で実用上不利である。

【0007】また、円筒状メサ10の上面には、通電の

ための電極20を設ける必要があるが、その電極20は光を取り出すために透明なものとしなくてはいけない。あるいは、光の取り出し口を残してリング状の電極とする必要がある。

【0008】このように従来のVCSELは、特性上も製作上も大きな問題を抱えている。一般に通電を必須とする面型の発光増幅素子において、多かれ少なかれこのVCSELと同様の問題点を抱えている。

【0009】本発明は、かかる課題を解決するためになされたものである。すなわち、その目的は、効率が高く製作も容易な高性能の光励起型の面発光型の発光増幅素子を提供することにある。

【0010】

【課題を解決するための手段】本発明においては、光励起によって発光もしくは光増幅作用をもつ媒質を2次以上の回折格子(holographicな構造)を有するリング状のレーザ(リングレーザ)で囲う。この回折格子(holographicな構造)を通して、リングレーザの出力は放射モードとして取り出される。これを、中心付近に配置された媒質の励起光として利用する。放射モードの大きい縦モードのしきい値を安定化するために、このリングレーザの周囲にさらにゲイン媒質と反射構造を設けても良い。VCSELの横からの光励起を応用のひとつとする。

【0011】すなわち、本発明の発光増幅素子は、少なくとも光励起によって発光もしくは増幅可能な媒質と、所定の平面上において前記媒質を囲むように形成された少なくとも一重の導波路と、を備え、前記導波路は、前記導波路を導波される光の一部を前記媒質に向けて放出するためのホログラフィック要素を有することを特徴とする。

【0012】ここで、前記ホログラフィック要素は、例えば2次以上の回折格子であることを特徴とする。

【0013】あるいは、前記媒質は、前記所定の平面に対して略平行な一对の反射鏡に囲まれていることを特徴とする。

【0014】あるいは、前記媒質と前記一对の反射鏡とは、VCSEL構造を形成していることを特徴とする。

【0015】あるいは、前記所定の平面上において、前記媒質からみて前記導波路の外側に配置された、利得機構をさらに備えたことを特徴とする。

【0016】あるいは、前記所定の平面上において、前記媒質からみて前記導波路の外側に配置された、位相調整機構をさらに備えたことを特徴とする。

【0017】あるいは、前記所定の平面上において、前記媒質からみて前記導波路の外側に配置された、反射機構をさらに備えたことを特徴とする。

【0018】あるいは、前記導波路は、電流を流すことにより利得が得られる活性層を含むことを特徴とする。

【0019】あるいは、前記導波路は、レーザ発振する

リングレーザであることを特徴とする。

【0020】あるいは、前記媒質は蛍光体を含み、前記導波路は青色若しくは青色よりも短い波長帯において発振するリングレーザであることを特徴とする。

【0021】あるいは、前記媒質と前記導波路との間に配置された、吸収率を制御できる第2の媒質をさらに備え、前記媒質に入射する励起光の強度を変調可能としたことを特徴とする。

【0022】あるいは、前記媒質、前記導波路及び前記ホログラフィック要素がモノリシックに集積されていることを特徴とする。

【0023】

【発明の実施の形態】本発明のひとつのポイントは、微小な面型発光増幅素子を光励起するために、その周囲に通電によって効率良く発振するリング状のレーザを配置することにある。このリングレーザからの出力として、リング状導波路の側面に形成された高次の回折格子からの放射モードを利用する点がユニークである。以下に、本発明の実施の形態について図面を参照しながら詳細に説明する。

【0024】(第1の実施の形態) 図1は、本発明の第1の実施の形態にかかる発光増幅素子を表す概念図である。すなわち、同図(a)はその概略平面図であり、同図(b)はその中央付近の概略断面図である。

【0025】同図において、符号10で表した要素は、少なくとも光励起によって発光もしくは増幅可能な媒質に相当する。また、符号30で表した要素は、所定の平面上において前記媒質10を囲むように形成された少なくとも一重の導波路に相当する。この導波路30は、前記導波路を導波される光の一部を前記媒質10に向けて放出するためのホログラフィック要素11を有する。具体的には、ホログラフィック要素11は、2次の回折格子とすることができる。

【0026】以下の説明では、BH(buried hetero:埋め込みヘテロ)構造を形成しやすいInGaAsP/InP系材料を用いたVCSELを具体例に挙げ、その構成を製造手順に沿って説明する。

【0027】まず、n型InP基板1の上にInAlAs層とInP層を交互に積層させた多層構造の高反射下側DBR2を成長する。

【0028】次に、n型InP層3を成長し、さらに、互いに組成が異なるInGaAsPウエル層と、InGaAsPバリア層とを積層させた歪MQW活性層4を成長する。

【0029】次に、InP層5'を成長し、続いてInAlAs層とInP層とを交互に積層させた上側DBR6を成長する。これを直径5ミクロンの円筒状のメサ10に加工する。具体的には、例えば、ドライエッチ法で下側DBR2の下端まで一気にエッティングし、さらにダメージ層を除くために面方位依存性の少ないウエット・

エッチャントでエッチング処理する。

【0030】この後、メサ10の上下のD B R 2、6を構成するInAlAs層を水蒸気酸化法で選択的に酸化して屈折率の低い酸化膜に変えることができる。そうすると、上下のD B R 2、6の反射率を十分に高くすることができます。

【0031】その後、励起用のリングレーザの活性層MQW7とp型InP層5、p型InGaAsコンタクト層8を円筒メサ10の周囲に選択成長する。さらに、側面に2次の回折格子11がバターニングされたリング状レーザ30を形成する。リング状レーザ30は、円筒状のメサ10の周囲を取り囲むリング状のメサ導波路を有する。

【0032】この状態で、そのままハイメサ(high-mesa)型のリングレーザ30として、その上に電極を形成しても良い。また、電極形成を容易にするために、図1に例示したように、エッチングにより形成した溝を半絶縁性InP層9で埋め込んでも良い。このように結晶で埋め込めば、選択酸化されたD B Rによって機械的強度が弱くなった垂直共振器10を機械的に補強するという効果も得られる。

【0033】また、リングレーザ30の外側に、リング状のゲイン領域40を設け、さらにその外壁に高反射多層膜50を形成する。高反射多層膜50は、例えば、プラズマCVD(chemical vapor deposition)法を用い、いわゆる「まわりこみ現象」を利用してゲイン領域40の側面に形成することが可能である。

【0034】このような構成とすると、2次の回折格子11から放出される放射モード成分がゲイン領域40により増幅され、高反射多層膜50により反射されて戻って来るため、効率が良くなる。また、大きな放射モードを有する縦モードが増幅され、しきい値が下がって発振しやすくなる。つまり、リングレーザ30の発振安定効果も得られる。

【0035】リングレーザ30と高反射多層膜50との間の距離は、放射モードの反射の位相が最も効率良くリングレーザに戻るように予め調整することが望ましい。但し、図1には示さなかったが、リングレーザ30と高反射多層膜50との間に、放射モードの反射の位相を制御するために屈折率を制御する機構を挿入すれば、その位相を任意に制御することも可能である。

【0036】光励起によって発光、発振、もしくは光増幅を起こす垂直共振器部分としてのメサ10の直径は5ミクロン程度と微小にすることができます。従って、その外側のリングレーザ30の直径も、10ミクロン以下とすることができる。この場合に、リングレーザ30の長さ(すなわち円周長)は、60ミクロンの短共振器レーザの共振器長と同程度になる。したがって、しきい値を低めに抑えることができる。

【0037】また、リングレーザ30の大きさは、垂直

共振器10とは別個に設計できる。従って、用途や性能に応じた融通がきく。微小な垂直共振器に対し、大きなリングレーザ30を何重にも配置して、極めて強く光励起することも可能である。このとき、垂直共振器であるメサ10には通電しないので、通常のVCSELのような高い電流密度による温度上昇と劣化を避けることができる。

【0038】同時に、VCSELに電流を流さないので、その活性層となるMQW構造を通常のものよりもはるかに厚く形成することができる。その結果として、ゲインをはるかに高くすることができる。

【0039】さらに、リングレーザ30にも端面がない構造なので、本質的に端面劣化の故障モードがない。また、素子が面発光型であることも考えあわせるとなので壁開の必要もなく、製造工程も簡単である。

【0040】(第2の実施の形態)図2は、本発明の第2の実施の形態にかかる発光増幅素子を表す概念図である。すなわち、同図(a)はその概略平面図であり、同図(b)はその中央付近の概略断面図である。図2については、図1に関して前述した部分と同一の部分には同一の符号を付して詳細な説明は省略する。

【0041】本実施形態においては、素子の中央部に垂直共振器の代わりに蛍光体100を含む透明媒質101を配置し、その周囲に蛍光体100を励起する波長において発振するリングレーザ102を設ける。このようなリングレーザ102としてはり、例えば、青色から紫外で発振するGaN系のレーザを用いることができる。さらに、リングレーザ102の外周には、その放出光に対してゲイン作用を有するゲイン領域103がリング状に設けられている。

【0042】図2に例示した発光増幅素子においても、リングレーザ102から放出された短波長の励起光は、ゲイン領域103によって増幅され、高反射多層膜50により反射され、透明媒質101に入射して蛍光体100を励起する。その結果として、蛍光体100から強い2次光を得ることができる。本実施形態によれば、蛍光体100を含む透明媒質101を直径100ミクロン以上の大口径として、高出力かつ高輝度の発光素子を実現できる。

【0043】なお、蛍光体100の励起波長とリングレーザ102の発振波長との関係は、青色～紫外の領域に限定される必要はなく、その他、極紫外線領域または、可視領域～赤外領域のいずれの波長帯であっても良い。

【0044】(第3の実施の形態)図3は、本発明の第3の実施の形態にかかる発光増幅素子を表す概念図である。すなわち、同図(a)はその概略平面図であり、同図(b)はその中央付近の概略断面図である。図2については、図1に関して前述した部分と同一の部分には同一の符号を付して詳細な説明は省略する。

【0045】本実施形態の発光増幅素子においては、リ

ングレーザ30と垂直共振器としてのメサ10との間に、リングレーザ30からの出力の吸収率が制御可能な要素60を配した。このような要素60の具体例としては、例えば、その組成を最適設計したInGaAsPからなるMQW構造を挙げることができる。このようなMQW構造60をp型半導体層とn型半導体層とで挟み、p-n接合に対して逆方向バイアスを印加すると、吸収端がシフトして吸収が増大する電界吸収型光変調器として作用する。

【0046】図3に例示した素子においては、リングレーザ30は常にON状態とし、このMQW変調器60を高速変調することで、垂直共振器としてのメサ10、つまり、VCSELへの励起光をスイッチングすることができる。その結果として、VCSELの光出力を極めて高速且つ安定して変調することが可能となる。

【0047】以上具体例を参照しつつ、本発明の実施の形態について説明した。しかし、本発明は、これらの具体例に限定されるものではない。

【0048】例えば、図1～図3においては、素子の中央部にメサ10を配置し、その周囲を円形に取り囲むリングレーザ30を設けたが、リングレーザ30の平面形状は必ずしも円形に限定されるものではない。

【0049】図4は、本発明における「媒質」すなわちメサMと、「導波路」すなわちリングレーザRの形状の平面関係を例示した概念図である。すなわち、同図(a)の例においては、メサMとリングレーザRは、それぞれ四角形状に形成されている。また、同図(b)の例においては、メサMは円筒状に形成され、リングレーザRは六角形状に形成されている。さらに、同図(c)の例においては、リングレーザRは楕円状に形成され、メサM1とM2がリングレーザRの楕円の2つの焦点にそれぞれ配置されている。図4に例示した以外にもあらゆる組み合わせが可能である。すなわち、本発明においては、メサ状の被励起要素の周囲をレーザが取り囲み、被励起要素を励起できるようにすれば良い。また、リングレーザの周囲を取り囲むゲイン領域40、103についても同様であり、その形状は、必ずしも円形状に限定される訳ではない。

【0050】一方、本発明の発光增幅素子において用いることができる材料としては、上述したものその他にも、例えば、GaAlAs/GaAs系、InGaAlP/GaAs系などの各種の材料系を挙げることができる。

【0051】また、VCSELの部分を、Er(エルビウム)やPr(プラセオジウム)をドープした石英により構成し、1480nm帯や980nm帯のリングレーザで励起する面型の光アンプとしても良い。

【0052】また、本発明の素子の周囲に集光のための光学系を配したり、光増幅した信号を検出するための受光素子やリングレーザを駆動するための駆動回路などをモノリシック(monolithic)に集積しても良い。つま

り、本発明を1要素としてその周辺に種々の光学的あるいは電気的要素を組み合わせた場合にも、発展形として本発明は同様に適用可能である。

【0053】

【発明の効果】本発明によれば、光励起が可能な微小な発光增幅素子を効率よく励起することができる。特に、VCSEL等に対して適用した場合には、電流励起は比較的体積が大きい励起用のリングレーザに限定し、VCSELには電流を流す必要がない。したがって、電極と光取出しのトレード・オフに悩む必要がなく、製造も容易となる。

【0054】また、VCSELに電流を流さないのでVCSEL自体の発熱を抑えられる。その結果として、素子の温度特性が向上し、信頼性も桁違いに改善される。同時に、VCSELに電流を流さないので、その活性層となるMQW構造を通常のものよりもはるかに厚く形成することができる。その結果として、ゲインをはるかに高くすることができる。

【0055】また、本発明の素子は平面的な配置を有するので、他の電気的、光学的な素子とのモノリシックな集積化にも向いている。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の第1の実施の形態にかかる発光增幅素子を表す概念図である。すなわち、同図(a)はその概略平面図であり、同図(b)はその中央付近の概略断面図である。

【図2】本発明の第2の実施の形態にかかる発光增幅素子を表す概念図である。すなわち、同図(a)はその概略平面図であり、同図(b)はその中央付近の概略断面図である。

【図3】本発明の第3の実施の形態にかかる発光增幅素子を表す概念図である。すなわち、同図(a)はその概略平面図であり、同図(b)はその中央付近の概略断面図である。

【図4】本発明におけるメサMとリングレーザRの形状の平面関係を例示した概念図である。

【図5】従来の面型の発光素子の概略構成を表す概念図である。すなわち、同図(a)はその平面図であり、同図(b)は中央付近の断面図である。

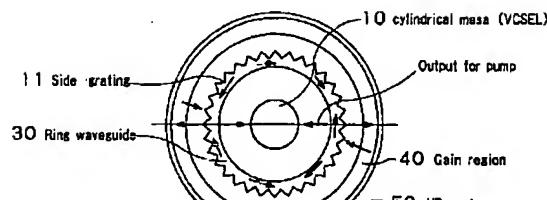
【符号の説明】

- 1 n型InP基板
- 2 下側DBR
- 3 n型InP
- 4 MQW活性層(VCSEL)
- 5 P型InP
- 5' InP
- 6 上側DBR
- 7 MQW活性層(リングレーザ、ゲイン領域)
- 8 InGaAsコンタクト層
- 9 半絶縁性InP埋込層

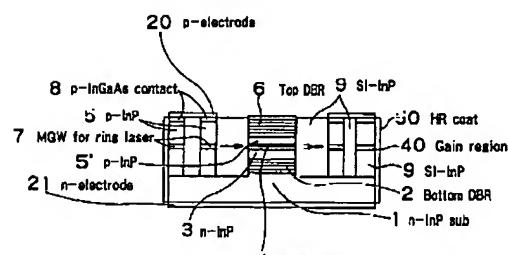
- 10 VCSEL (円筒メサ)
 11 2次の回折格子
 15 選択酸化領域
 20 p電極 (含む透明電極)
 21 n電極
 30 リングレーザ
 40 デイン領域

- 50 高反射多層膜
 60 電界吸収型変調器
 100 萤光体
 101 100を含む透明媒質
 102 青色から紫外で発振するリングレーザ
 103 青色から紫外の増幅領域

【図1】

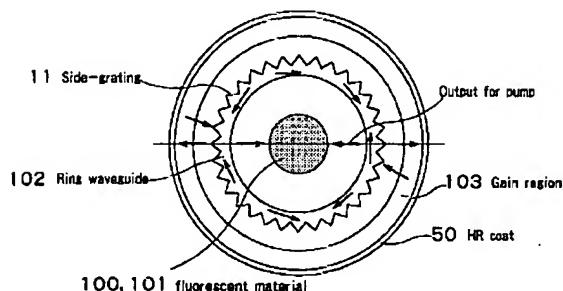


(a)

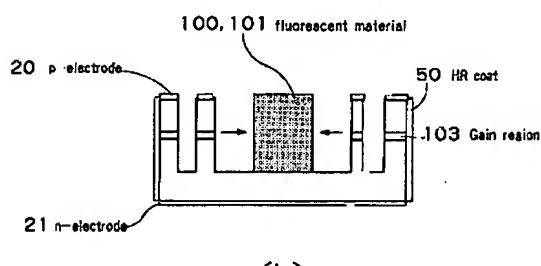


(b)

【図2】

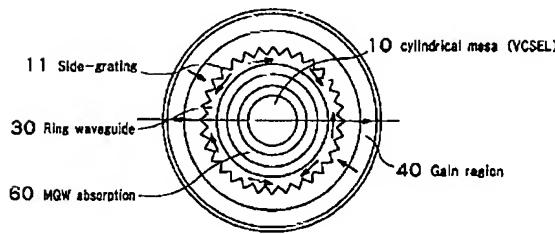


(a)

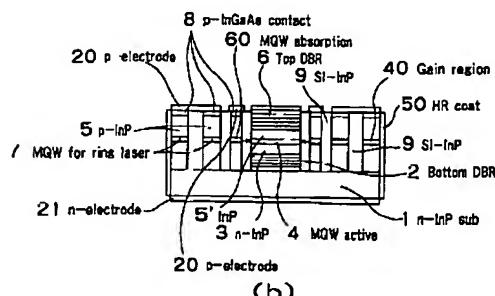


(b)

【図3】

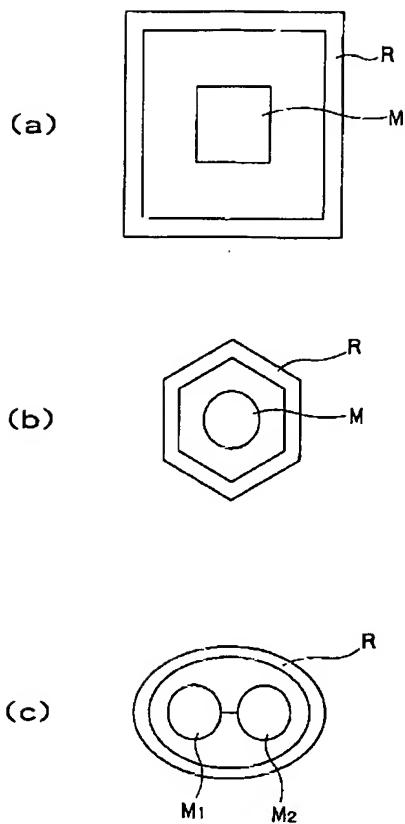


(a)

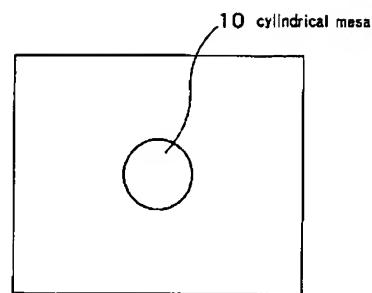


(b)

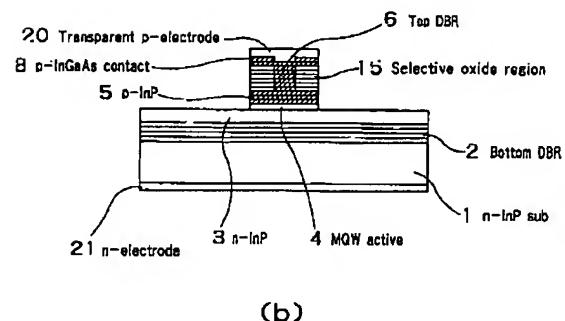
【図4】



【図5】



(a)



(b)